

拠点形成事業 2024 年度海外派遣報告書

申請者氏名（所属・学生の場合は学年）	佐野高嶺 (京都大学理学研究科・博士後期課程 3 年)
E メールアドレス	

研究者交流 / 若手長期派遣 (どちらかに○)	共同研究整理番号：R1
用務	弱教師・教師なし学習を用いたモデルに依存しない新物理の包括探索
用務地・用務先・日程	ジュネーブ(スイス)・ジュネーブ大学/欧州原子核研究機構(CERN)・ 2024/05/07-2024/07/30 (81 泊 84 日)
研究成果内容（研究成果論文リストもあわせて添付してください）： 本派遣では、LHC-ATLAS 実験におけるマルチジェット事象に潜む新物理を検出する解析手法の開発・確立を目的として欧州原子核研究機構(CERN)へ赴いた。本解析では新物理として特定のモデルを仮定せずに包括的に探索することを目的とし、機械学習を応用することで高感度での探索を実現することを目指す。本出張では CERN にて開催された 7th ATLAS Machine Learning workshop に参加し、高エネルギー物理学実験分野の最新技術を学ぶことに加え、滞在期間中に現地のエキスパートと継続して議論する事により弱教師学習を用いた包括探索手法の構築と評価を行った。 7th ATLAS Machine Learning workshop は LHC-ATLAS 実験に関連するあらゆるトピックでの機械学習応用を共有するワークショップである。今回のワークショップでは解析手法、キャリブレーション、シミュレーションの高速化などに加え、大規模言語モデルを用いた大規模実験におけるドキュメント管理といった多岐にわたるテーマで講演された。申請者は聴講者として参加したが、こうした講演やこの間に開催されたチュートリアルを通して最新技術を身につける有意義な場となった。特に解析手法のトピックでは信号事象を仮定しない手法が複数議論され、本解析の開発に際し大きな刺激となった。 弱教師学習を応用した包括探索としては CWoLa と呼ばれるものが先行研究^[1]にて提案されている。この手法は、信号事象が質量分布において鋭いピークを形成することに対し背景事象は滑らかな質量分布を持つことに着目し、信号事象と背景事象を分離する手法である。先行研究ではジェット 2 本からなるダイジェット事象と呼ばれる終状態を対象としてこの手法を用いている。本研究ではこれをそのままジェット複数本からなるマルチジェット事象へ適用することを試みたが、本派遣中の研究により課題が明らかになった。マルチジェット事象では関わるジェットの本数が多いため、ダイジェット事象と比較して再構成される質量分布が鈍ったような形状となる。これにより信号ピークが十分に鋭くなくなってしまう、CWoLa が機能しなくなるのである。本滞在ではエキスパートとの協力の結果、特定の変数による選別を通してマルチジェット事象信号ピークの裾を人為的に削る事で CWoLa を適用できることを発見した。またこの人為的な選別による機械学習の性能への影響をシミュレーションによって評価したが、これによる悪影響はなく、従来の機械学習を用いない手法と比べて有意な性能の改善が見込めることを確かめた。本結果は日本物理学会第 79 回年次大会にて発表する。 本派遣により、弱教師学習による包括探索手法をマルチジェット事象向けに確立することができた。今後はこの手法を元に更に探索感度を向上し、実測データによる探索を進めていく。 [1] E. Metodiev, B. Nachman, J. Thaler arXiv1708.02949	